

< 해 설 >

# 유압 카트리지 밸브 응용 기술(1)

이 일 영

부산수산대학교

(1992년 6월 15일 접수)

## Oil Hydraulic Technology with Hydraulic Cartridge Valve

Ill-Yeong LEE

National Fisheries University of Pusan

(Received June 15, 1992)

### 1. 개 론

기존의 유압기기(즉 배관에 의해 각 요소를 연결하는 방식)에 의한 유압 제어 방법은 현재에 있어서도 여전히 중요한 역할을 담당하고 있다.

그러나 유압 시스템에 대한 설비 공수(工數) 및 크기의 최소화에 대한 요구는 수평, 수직식 모듈러 밸브 및 특수한 매니폴드 블록을 사용하는 카트리지 밸브(cartridge valve)의 발달을 가져왔다.

이러한 시스템(pipeless system)에서는, 유압 밸브들은 직접 볼트로 체결되고, 배관은 블록내의 구멍으로 대체된다. 이 시스템은 방향, 유량 및 압력 제어 밸브와 또한 체크 밸브 등과 같은 개개의 유압 기기들을 하나의 매니폴드 블록에 회로를 구성하는 적당한 위치의 구멍내에 각각 심어 구성한다. 따라서 유압 밸브에서 요구되는 복잡 다양한 기능들을 몇가지의 표준 엘리먼트(slip-in 카트리지 밸브)와 시리즈별로 생산되는 파일럿 밸브로서 그 기능들을 수행할 수 있다.

카트리지 시스템에 대한 규격은 DIN, CETOP 및 ISO에 의하여 표준화되어 있으며, 그 치수는 일반적으로 구멍 직경 등의 대표 치수를 사용하여 간단히 표기한다. 심볼 및 회로 표시 등은 주로 각 메이커가 제시하는 표기법을 사용하고 있으며, 메이커마다 조금씩 표현상의 차이가 있는 것이 현재의 실정이다.

이 시스템을 잘 사용한다면, 요구되는 기능 및 회로가 매우 복잡하고, 유압기기의 요소가 매우 많은 시스템에 대해서도 밸브 시스템을 하나의 블록으로 콤팩트화함과 동시에 저렴한 가격으로 생산해 낼 수가 있을 것이다.

카트리지 밸브는 기존의 밸브와 비교할 때 다음과 같은 특성을 갖는다.

### < 카트리지 밸브의 장점 >

(1) 유압에 관한 제 문제를 경제적으로 해결. 단지 몇개에 지나지 않는 표준 요소만을 사용해서 복잡한 제어를 수행할 수 있다. 높은 기술을 요하는 작업공정이 대부분 배제된다. 원가효능은 생산품의 량에 의해 결정된다. 그 이유는

주어진 매니폴드 블록의 가공에 높은 설계 및 생산 기술이 필요하기 때문이다.

(2) 포핏형의 카트리지 밸브에서 누유가 발생할 수 있는 주요 위치는 스프링 챔버 “F”와 “B” 포트 사이의 안내면과 파일럿 밸브에서 뿐이며, 이 밸브에서의 총 누유량은 기존 밸브의 약 10%에 지나지 않는다.

(3) 개, 폐 속도가 빠르다.

그 이유는, 포핏 밸브의 질량이 적고 overlap이 “0”이기 때문이다. 밸브에서의 개, 폐 속도에는 운동부 질량의 크기와 파일럿 밸브의 변환 속도가 큰 영향을 미친다.

(\*최대변환속도 : 20 - 50ms(카트리지의 100% open시)

(4) 피크 전압이 낮다.

포핏 밸브는 overlap이 없기 때문에 그것을 제어하는 피크 전압이 낮고, 유량을 최적으로 제어하기가 용이하다.

(5) 출력에 비하여 크기 및 무게가 작다.

여러가지 다른 기능을 수행하는 카트리지 밸브를 하나의 밸브 하우징에 결합하여 사용할 수 있기 때문에 기존의 유압 밸브에 비해, 크기 및 무게가 현저히 작아진다. 따라서 설치 용적을 줄일 수 있고, 그 효과는 밸브의 수가 많을수록 더욱 크다.

(6) 소음이 적다.

소음 발생의 주된 원인중의 하나인 압력 피크가 낮기 때문에 소음 발생이 적다. 또한 컨트롤 회로의 용량이 작기 때문에 진동을 일으키는 기진력이 작다.

(7) 제어의 다양성.

컴포넌트의 다양성(다양한 밸브 면적비, 스프링력, 제어 스톱들 등) 및 파일럿 컨트롤 기능의 다양성을 이용하여 주 밸브의 기능을 빠른 시간 내에 쉽게 바꿀 수 있다.

(8) 보수, A/S의 용이 및 경제성.

최소한의 작은 디자인과 체결 fitting수로 인해 수리시 외부부의 누유가 적다. 결함이 발생하였을 시 밸브 전체를 교체하는 대신에

단지 어떤 개개의 카트리지 엘리먼트만을 교환함으로써도 완전한 수리가 가능한 경우가 많다. 게다가, 기본 요소의 수가 적기 때문에 spare parts의 보유가 간단하다. 경험적으로 카트리지 밸브의 수명(혹은 보수 인터벌)이 스프링형의 밸브보다도 훨씬 길기 때문에 운전 정지로 인한 경제적 손실이 줄고, 보수 비용이 적다.

### <카트리지 밸브의 결점>

(1) 카트리지 밸브를 사용하고 있는 시스템을 수리하기 위해서는, 기존 밸브의 시스템에서보다 유압에 대한 보다 나은 기능인력(A/S맨 등)이 요구된다.

(2) 카트리지 밸브를 어떤 시스템에 처음으로 적용하고자 하는 경우에는 기존 밸브로서 구성할 때보다 많은 시간이 요구된다. 왜냐하면, 여러가지 다양한 구경의 노즐과 스프링들을 적용시켜 보면서 어떤 상황에서 개개의 밸브 동작 수행이 최적으로 되는가를 체크하여야 하기 때문이다.

(3) 매니폴드 블록에 테스트 포트가 없을 경우 고장의 원인을 찾기가 결코 쉽지 않다.

(4) 매니폴드 블록에 크랙 혹은 기공이 발생되었다면 블록 전체를 교체해야 할 필요가 있다.

## 2. 카트리지 밸브의 구성 요소

완전한 카트리지 시스템은 아래와 같은 요소들로 구성된다.

### 매니폴드 블록

이것은 카트리지 밸브의 하우징으로, 각각의 밸브들 간의 회로를 구성시켜 주며 파일럿 제어 밸브로 통하는 유로를 제공한다.

### 카트리지 밸브

이것은 유압으로 제어되는 2개의 작동 포트와 1개의 컨트롤 포트를 가진 포핏 혹은 스프링형의 2-way 밸브이다.

### 커버 판

커버 판은 카트리지 밸브를 블록에 지지하고,

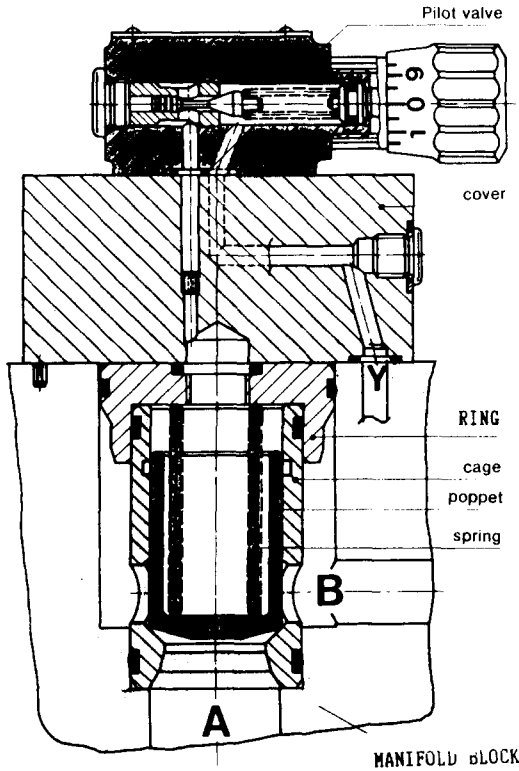


그림 1. 카트리지 밸브의 기본 구성.

파일럿 밸브를 접속키 위해 사용된다.

### 파일럿 밸브

이것은 크기가 작은(NG6 또는 NG10 크기) 기존의 방향 또는 압력제어 밸브이며, 카트리지 밸브를 제어하는 역할을 한다.

그림1은 위에서 언급한 모든 요소들에 의하여 구성된 카트리지의 정형을 표현하고 있다. 카트리지 밸브의 치수는 표준화된 정격치수로서 NG16, 25, 32, 40, 50, 63 및 100이 사용되고 있다.

## 2.1 매니폴드 블록

### 2.1.1 밸브 설치를 위한 치수

카트리지 밸브의 크기를 결정하는 카트리지 구멍의 치수는 “DIN 24342”에 의하여 표준화되어 있다. 또한 커버 판의 체결 나사 치수, 컨트롤 포트의 위치 및 치수도 표준화되어 있다.

\* 참조 : 그림 2의 “assembly dimension DIN 24342”

### 2.1.2 제어 유로

제어 유로에는 사용하고자 하는 밸브 기능에 따라서 다음의 그림 3과 같은 종류가 있다.

### 2.1.3 밸브의 설치

밸브의 설치 위치는 주어진 회로를 구성하기 위한 여러개 카트리지 밸브의 배치방식, 주 유로와 파일럿 유로의 경로 등에 따라서 다양하게 바뀌어질 수 있다.

먼저 B포트가 바르게(경사로 뚫지 않고) 가공되고, 그 다음 카트리지 및 배관용 플랜지가 올바르게 설치될 수 있도록 각 포트의 깊이가 결정되어야 한다.

## 2.2 카트리지 밸브

### 2.2.1 면적비가 0.6 : 1인 파핏형

#### 카트리지 밸브

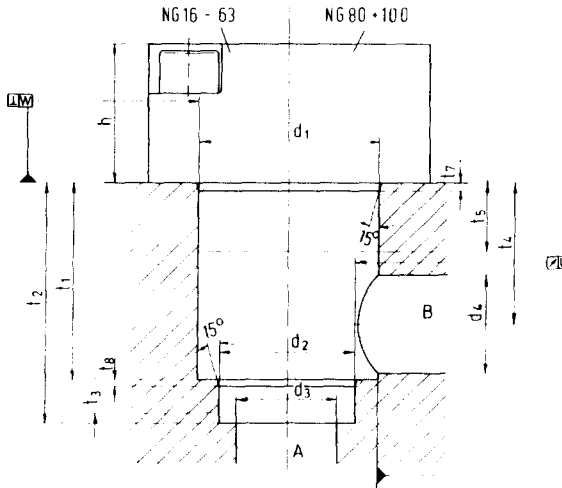
밸브의 크기와는 상관없이, 파핏의 구조상 스프링 챔버에서의 수압면적( $A_F$ )과 A포트에서의 수압면적( $A_A$ )의 비는 각 메이커 별로 조금씩 차이는 있으나 주로  $A_F : A_A : A_B = 1 : 0.6 : 0.4$ 이다.

이 밸브는 주로 방향 변환 밸브(개/폐 작용)로 사용된다. 이 밸브의 파핏은 몇 가지 특수 형상을 가지고 있으며 그 형상에 따라 밸브의 기능이 달라질 수 있다.

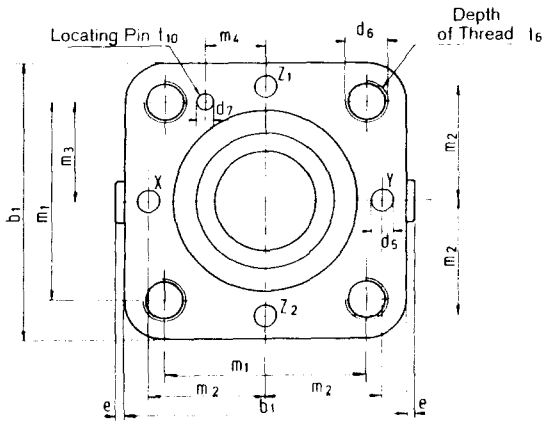
\* 파핏 형상에 따른 개폐 특성

파핏의 형상에 따라 개폐 특성이 다르며 이를 이용하여 여러가지 용도의 밸브로 사용한다. 아래 그림5에서 알 수 있듯이, C4 파핏 밸브는 지체없이 열리고, C8 파핏 밸브는 파핏 하부에 스킴트부가 존재하므로 밸브 개폐시 쿠션 작용이 있으며, C10 파핏은 파핏과 시트의 overlap으로 인하여 밸브 개방시 작동 지연이 존재한다.

**Assembly Dimensions DIN 24 342**

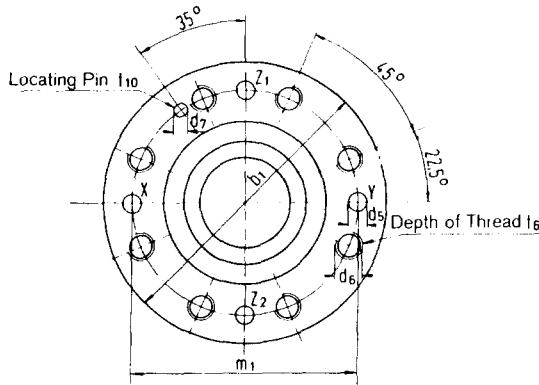


	16	25	32	40	50	63	80	100
b <sub>1</sub>	65	85	102	125	140	180	250	300
d <sub>1</sub> H7	32	45	60	75	90	120	145	180
d <sub>2</sub> H7	25	34	45	55	68	90	110	135
d <sub>3</sub>	16	25	32	40	50	63	80	100
d <sub>3</sub> max	18	25,5	36	43	56	74	93	115
d <sub>4</sub>	16	25	32	40	50	63	80	100
d <sub>4</sub> max	25	32	40	50	63	80	100	125
d <sub>5</sub> max	4	6	8	10	10	12	16	20
d <sub>6</sub>	M 8	M 12	M 16	M 20	M 20	M 30	M 24	M 30
d <sub>7</sub> H13	4	6	6	6	8	8	10	10
e	0	4	4	4	4	4	—	—
h	36	45	50	60	70	85	105	120
m <sub>1</sub> + 0,2	46	58	70	85	100	125	200	245
m <sub>2</sub> + 0,2	25	33	41	50	58	75	—	—
m <sub>3</sub> + 0,2	23	29	35	42,5	50	62,5	—	—
m <sub>4</sub> + 0,2	10,5	16	17	23	30	38	—	—
t <sub>1</sub> + 0,1	43	58	70	87	100	130	175	210
t <sub>2</sub> + 0,1	56	72	85	105	122	155	205	245
t <sub>3</sub>	11	12	13	15	17	20	25	29
t <sub>4</sub>	34	44	52	64	72	95	130	155
t <sub>4</sub> max d <sub>4</sub> max	29,5	40,5	48	59	65,5	86,5	120	142
t <sub>5</sub>	20	30	30	30	35	40	40	50
t <sub>6</sub>	20	25	35	45	45	65	50	63
t <sub>7</sub>	2	2,5	2,5	3	4	4	5	5
t <sub>8</sub>	2	2,5	2,5	3	3	4	5	5
t <sub>10</sub>	10	10	10	10	10	10	10	10
U	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
W	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2

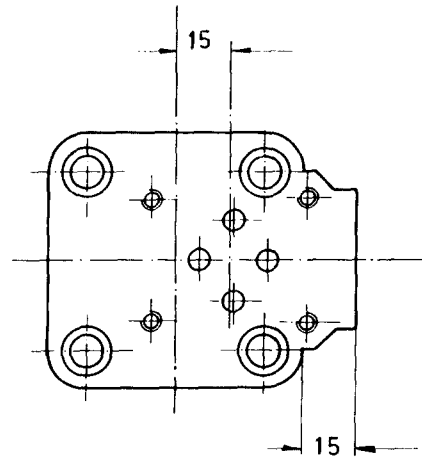


**NG 16 - 63**

**Form C**



**NG 80 + 100**



NG	Fixing screws to DIN 912 10.9 must be ordered separately	Nm
16	4 x M 8 x 40	32
25	4 x M 12 x 50	110
32	4 x M 16 x 55	270
40	4 x M 20 x 70	530
50	4 x M 20 x 75	530
63	4 x M 30 x 100	1900
80	8 x M 24 x 120	950
100	8 x M 30 x 140	1900

그림 2. 카트리지 밸브의 조립 치수 규격 (DIN24342).

이 앞 영

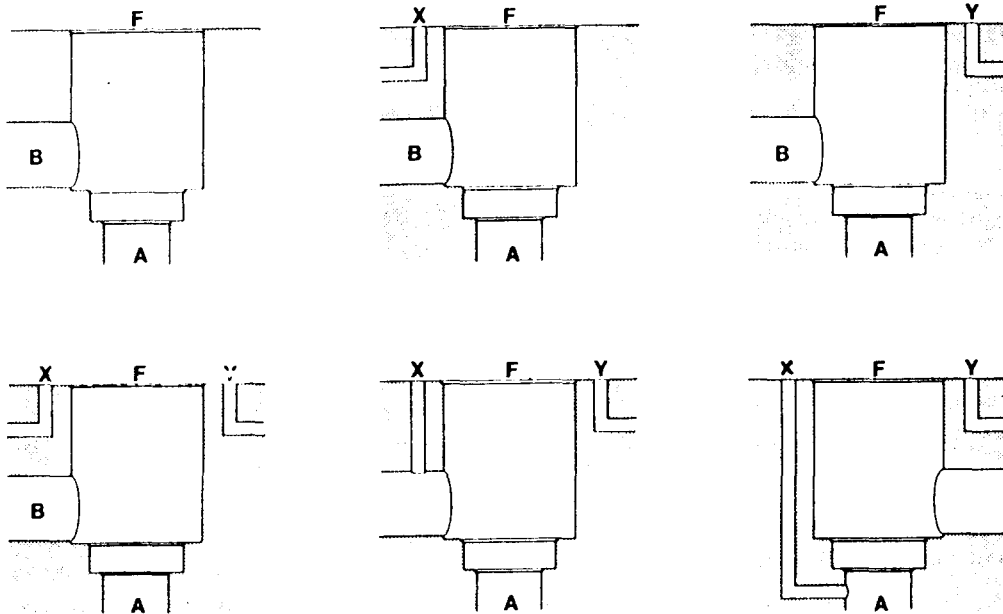


그림 3. 파일럿 유로의 구성 예.

### 2.2.2 면적비가 1 : 1인 파핏 형 카트리지 밸브

밸브 시트의 면적( $A_A$ )는 *body*의 안내면( $A_F$ )과 같은 면적을 가지고 있다. 즉 이 밸브의 파핏 면적비는  $A_F : A_A = 1 : 1$ 이다. 따라서, 포트 B에서의 수압면적은 없다. 이 모델은 파일럿 작동식 압력 릴리프 밸브 및 체크 밸브로서 주로 사용된다. 이 밸브의 파핏 아랫 부분에 필요하다면 노즐을 설치할 수도 있으며, 이 때 노즐경은 스프링과 서로 적합해야 한다.

### 2.2.3 면적비가 1 : 1인 스펀형 카트리지 밸브

그림 7(a)는 이 형식의 카트리지 밸브가 다양한 기능을 갖는 주 감압 밸브 또는 유량 조절 밸브의 압력 보상용 감압 밸브로 사용되는 경우로서, 유압 엘리먼트는 "normal" 위치에 개방되어 있고, 파일럿실 내의 압력 변화에 따라 스프링이 서서히 밀리면서 밸브를 닫게 하는 기능이 요구된다.

이러한 요구조건은 스펀형 밸브에 의해서 수행될 수 있다. 적용 장소에 따라서 밸브 스펀에 노즐을 부착시킬 수 있으며, 나사부를 플러그로 막아 사용할 수도 있다.

그림 7(b)와 같은 밸브는 3-way 유량 조정

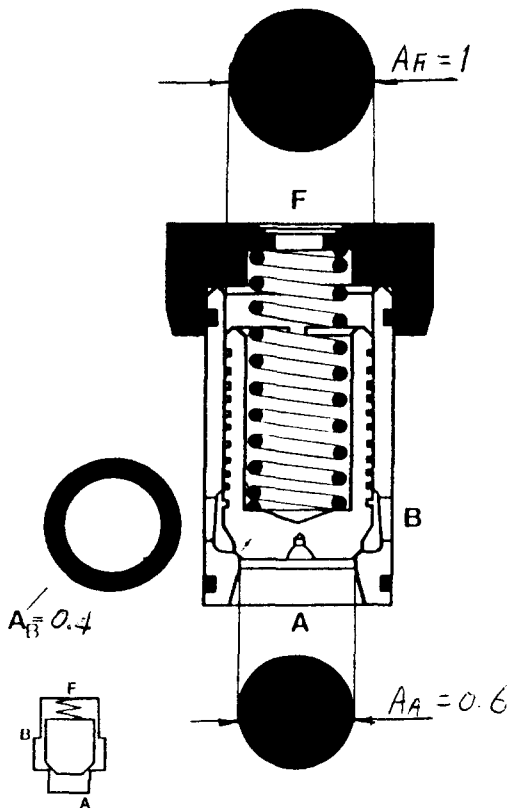


그림 4. 카트리지 밸브의 면적비.

유압 카트리지 밸브 응용 기술(1)

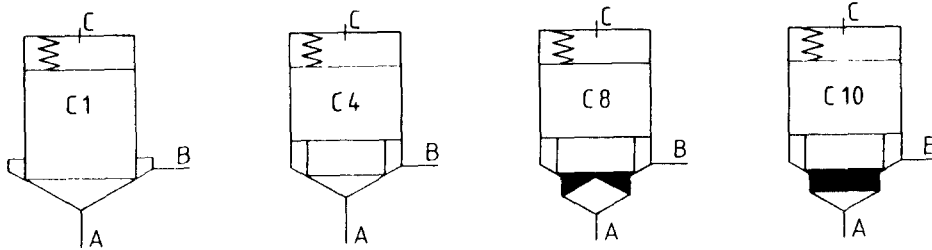
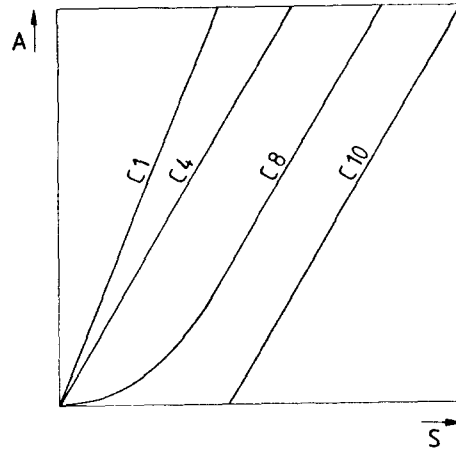


그림 5. 포트 형상에 따른 개폐 특성 곡선.

밸브의 압력 보상 장치로 사용될 수 있으며, "normal" 위치에서 닫혀 있다. 이를 위해서

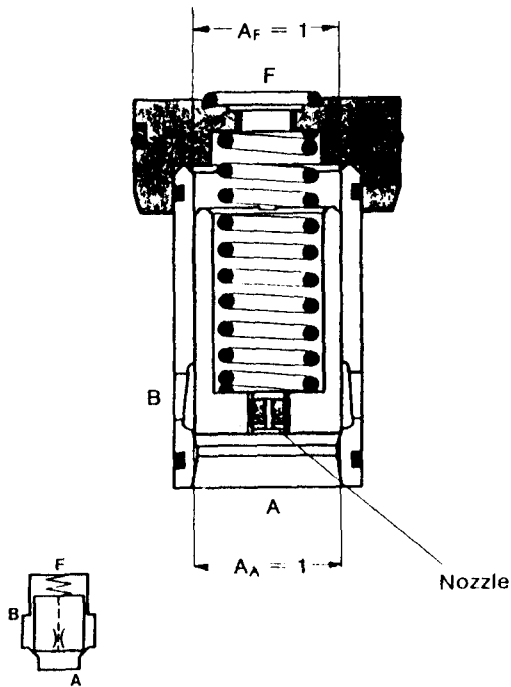


그림 6. 1:1 파렛형 카트리지 밸브.

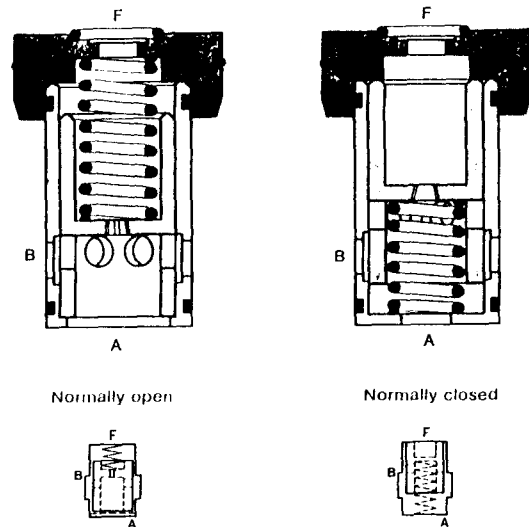


그림 7. 1:1 스펴형 카트리지 밸브.

는 스프링은 밸브 스톱의 하부에 설치되어야 할 것이다.

### 2.3 커버 판

커버 판은 매니폴드 블록의 카트리지 구멍을 막는 역할과 매니폴드 블록과 파일럿 밸브의 유로를 서로 연결시켜주는 역할을 한다. 파일럿 밸브는 커버 판 상부에 직접 체결할 수 있도록 되어 있다.

그림 8은 커버 판의 표준형을 보이고 있다. 실제로, 카트리지 밸브에 다수의 파일럿 밸브가 설치되어 있는 하나의 큰 커버 판을 사용할 때가 종종 있다. 이러한 경우에는 커버 판 및 보조 매니폴드 블록도 메인 매니폴드 블록처럼 개별적으로 설계되기도 한다.

### 2.4 파일럿 밸브

slip-in 카트리지 밸브의 모든 기능은 관련 파일럿 밸브의 신호에 의하여 수행한다. 파일럿 밸브의 치수로는 대개 NG6(CETOP3)와 NG10(CETOP5)을 사용한다. 방향변환 밸브에서는 카트리지 밸브의 크기가 NG16~40일 경우에 NG6의 파일럿 밸브를 사용하고, NG50~100까지는 NG10을 사용한다.

## 3. 카트리지 밸브의 종류

### 3.1 방향 제어 카트리지 밸브

파일럿 밸브를 포함한 slip-in 카트리지 밸브의 심볼은 그 기능과 형상을 잘 나타내 보이기

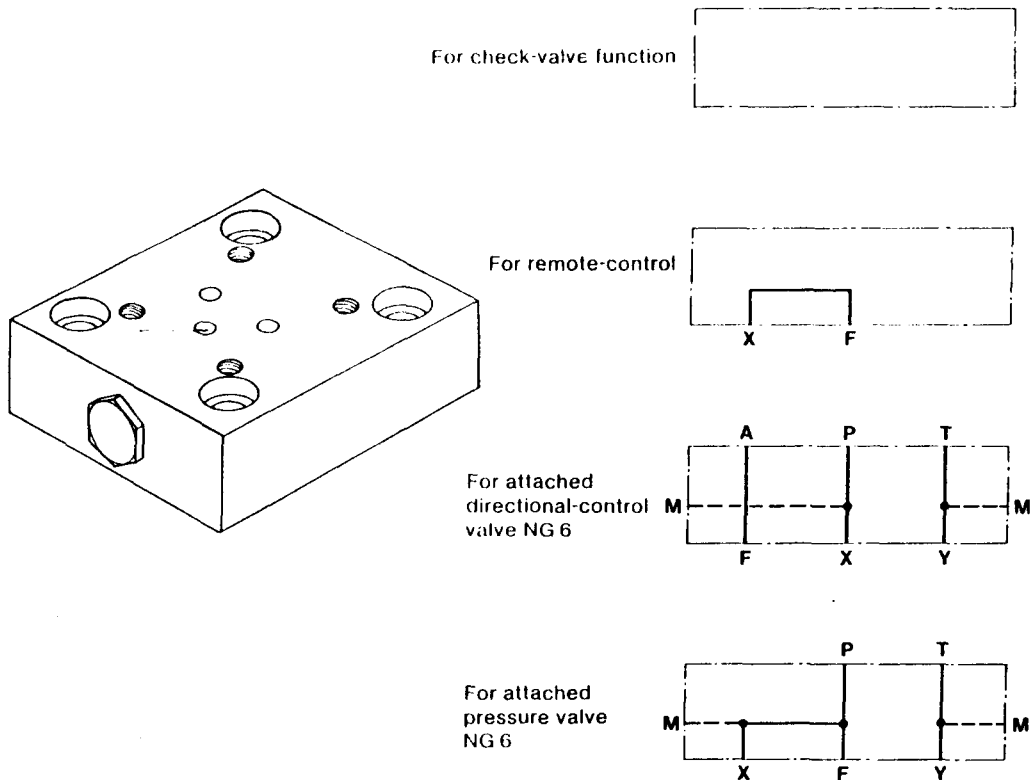
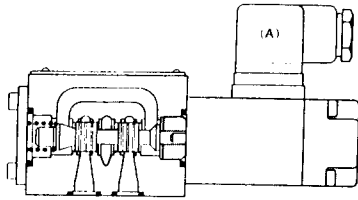
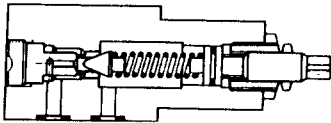


그림 8. 사용 목적에 따른 여러가지의 커버 판.

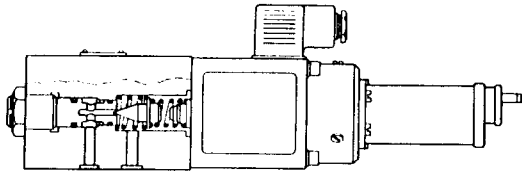
Directional-control valve  
(electrically controlled)



Pressure-relief valve



Proportional pressure valve



Pressure-sequence valve

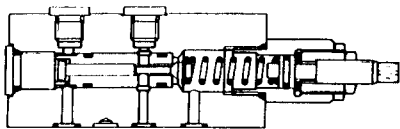


그림 9. slip-in 카트리지 밸브용 파일럿 밸브.

위하여 실제적인 형상에 가깝게 표현하는 경우가 많다(그림 10). 이 심볼들은 각 메이커마다 그 표현 방법이 조금씩 다르고 아직 표준화되어 있지는 않으나 유압 회로도에서 빈번히 사용되고 있다.

### 3.1.1 면적비가 0.6 : 1인 카트리지의

#### 2-way 방향 변환 밸브

면적비가 0.6 : 1인 카트리지 밸브는 아래 그림 10과 같이 파일럿 밸브에 의해서 흐름의 방향을

제어할 수 있다. 전자 컨트롤이 실제적으로 가장 보편적이거나, 다른 방법도 사용될 수 있다.

그림 a)와 b)에서는, 카트리지 밸브 입구로부터 컨트롤 오일이 취해진다. 스프링 챔버의 면적이 크기 때문에, 컨트롤 압력은 항상 밸브를 닫는데 있어 충분하다. 흐름의 방향은 포트 A 혹은 B에서 컨트롤 압력을 선택함에 따라 결정된다. 흐름의 방향은 반대로는 할 수 없다. 스프링 챔버내에서의 응답 지연으로 인하여 입구에서 피크압력이 발생할 수 있고, 이 피크압력은 카트리지 밸브를 간단히 열리도록 하는 원인이 된다. 밸브가 닫혔을 때, 파일럿 밸브 및 밸브 포핏의 안내면에서 누유가 발생됨에 유의하여야 한다.

그림 c)에서는 컨트롤 오일은 외부 압력원으로 부터 취해지며, 포트 X를 통해서 스프링 챔버 F로 유입된다. 이 카트리지 밸브에서의 흐름의 방향은 양쪽(A→B 혹은 B→A) 모두 가능하다. 밸브를 닫는데 필요한 최소압력  $P_F$ 를 구하기 위해서는 밸브 포핏내의 힘의 평형을 고려한 다음의 식을 적용할 수 있다.

$$\frac{P_A \times A_A + P_B \times A_B}{\text{밸브를 여는 힘}} = \frac{P_F \times A_F + F_S}{\text{밸브를 닫는 힘}}$$

여기서,  $P_A$ ,  $P_B$ ,  $P_F$  = 포트 A, B와 F에서의 압력

$A_A$ ,  $A_B$ ,  $A_F$  = 포트 A, B와 F에서의 수압 유효 면적

$F_S$  = 스프링 력

카트리지 밸브  $A_A=0.6$ ,  $A_B=0.4$ ,  $A_F=1$ 인 경우, 이것을 위식에 대입하면,

$$P_A \times 0.6 + P_B \times 0.4 = P_F + F_S$$

$$\therefore P_F = P_A \times 0.6 + P_B \times 0.4 - F_S$$

그러므로 밸브를 개방하려면  $P_F$ 는 마지막 식의 우변보다 큰 값이어야 한다.

### 3.1.2 면적비 1 : 1인 카트리지 밸브를 사용한 방향 변환 밸브

포트 B에서의 수압 면적이 없기 때문에 밸브는 오직 한 방향 A→B로만 작동된다. 컨트롤 압력은 그림 11의 a), b)와 같이 카트리지 밸브 입구



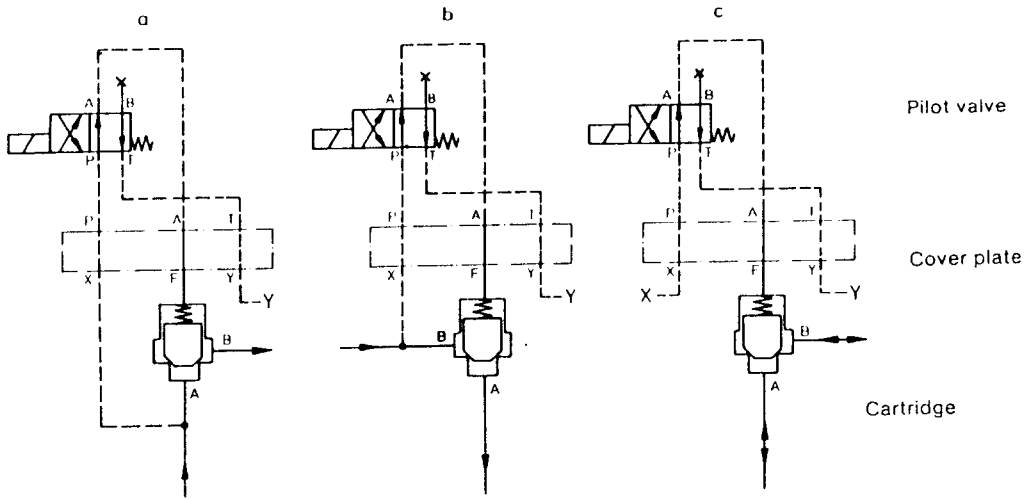


그림 10. 컨트롤 오일의 선택 방법에 따른 유로의 방향.

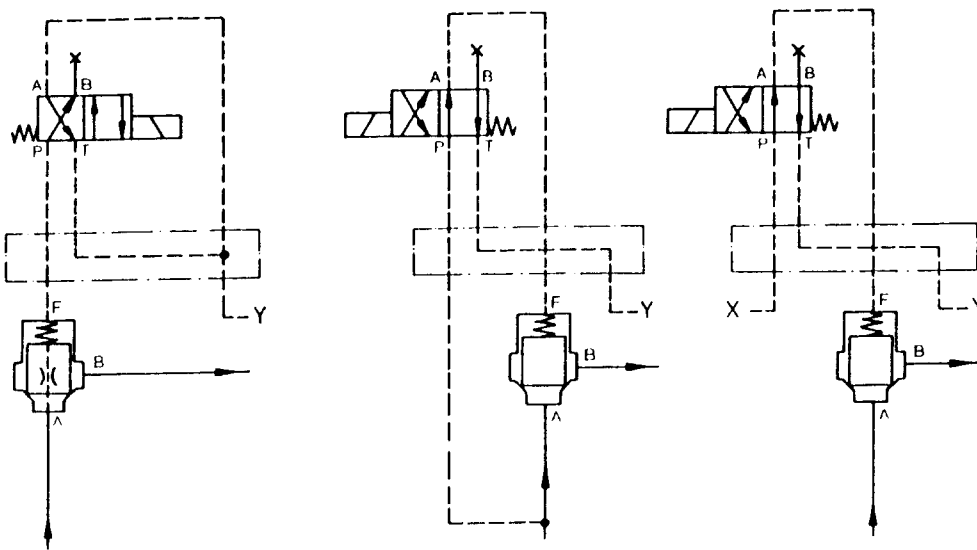


그림 11. 1 : 1 카트리지 밸브에서의 파일럿 압력원을 취하는 3가지 방법.

로부터 즉, 내부 파일럿식으로 혹은 그림 c)에서와 같이 외부 압력원으로 부터 취해질 수 있다. 이 밸브에서는 A와 F에서의 수압 면적이 같으므로 스프링력만이 밸브를 닫게 하는 유일한 힘이다. 그림 c)에서의 최소 필요 컨트롤 압력은 포트 A에서의 압력과 동일하다(스프링력만이 밸브를 닫는 힘을 발생한다.).

이 카트리지 밸브를 이용한 방향 제어 방법은

동시에 여러가지 기능을 수행하여야 할 때(예를 들면, 방향 제어 밸브인 동시에 압력 릴리프 밸브 기능을 수행할 때) 또는 B포트에서의 압력이 밸브의 열림에 영향을 주지 않아야 하는 경우 등에서 주로 사용된다.

그림 12는 2-way 카트리지 밸브, 커버 판 및 파일럿 밸브로 구성된 완전한 2/2 방향 제어 밸브의 디자인을 나타낸다.

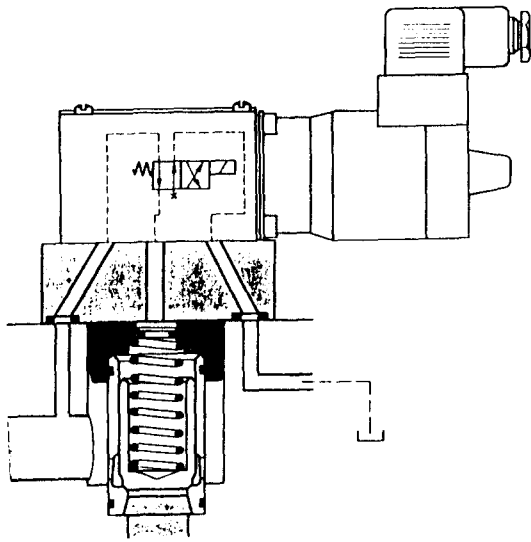


그림 12. 방향 제어 밸브의 구성.

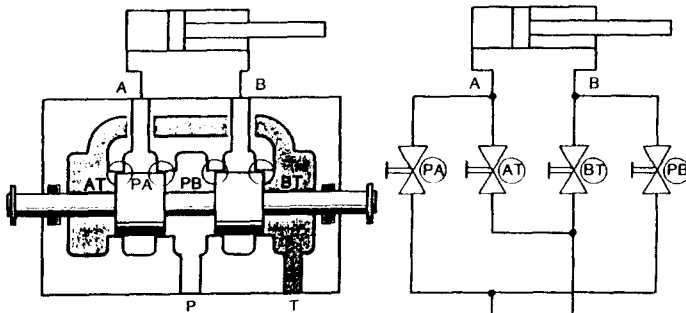
3.1.3 여러개의 포트를 갖는 방향 변환 밸브  
여러개의 간단한 2-way 콕을 적절히 조합시키면 4-way 방향 변환 밸브 기능을 실현시킬 수 있다. 이를 위한 간단한 ON/OFF 밸브의 배치는 4-way 스톱 밸브의 컨트롤 단에 맞추어 1:1 대응이 되도록 한다. 스톱 밸브에서의 컨트롤 단은 각각의 유로 상태를 표현하는 심볼에 적합하도록 기하학적으로 스톱이 가공되어야 한다. 그림13은 심볼과 같은 유로에 대해서 ON/OFF

콕의 적절한 조합으로 그 유로를 실현할 수 있음을 보여준다.

만일 카트리지 밸브로서 복수 유로 (multiple-port) 방향 변환 밸브로 디자인하려면, 카트리지 밸브의 수는 앞에서 언급한 콕과 같이 종래의 파일럿 조작 방향 변환 밸브의 주 스톱의 컨트롤 단의 수와 일치하여야 하며, 그것들은 파일럿 밸브에 의해 조작될 수 있어야 한다. 스톱 밸브에서의 컨트롤 단의 기계적인 연계를, 여기에서는 컨트롤 라인을 통한 유압적인 연계로서 대신된다.

그림14에서 파일럿 밸브 "normal" 위치에서는, 압력이 모든 카트리지 밸브의 스프링 챔버에 전달되어 모든 밸브가 닫혀 있으며, 그러므로 실린더는 움직이지 않는다. 그리고 파일럿 밸브가 a 또는 b 위치로 변환될 때, 각각 2개의 카트리지 밸브에서 스프링 챔버의 압력은 개방될 것이고, 그 밸브는 열려질 수 있을 것이다. 이 때에는 실린더 로드나 나오거나 들어갈 것이다.

만일 개개의 카트리지 밸브가 제각기 파일럿 밸브에 의해 제어되는 경우에, 그림15에서와 같은 다양한 유로의 심볼은 적절한 전기 신호로서 효과적으로 실현시킬 수 있을 것이다. 여기에서의 전환 논리 (switching logic)는 유압회로 제어에서 전기 회로 제어로 전이될 것이다.



Symbol	Cock opened			
	PA	AT	BT	PB
	•		•	
		•		•
	•	•		
			•	•
	•			•
		•	•	

그림 13. 4-way 방향 변환 밸브에 대응한 2-way콕의 조합.

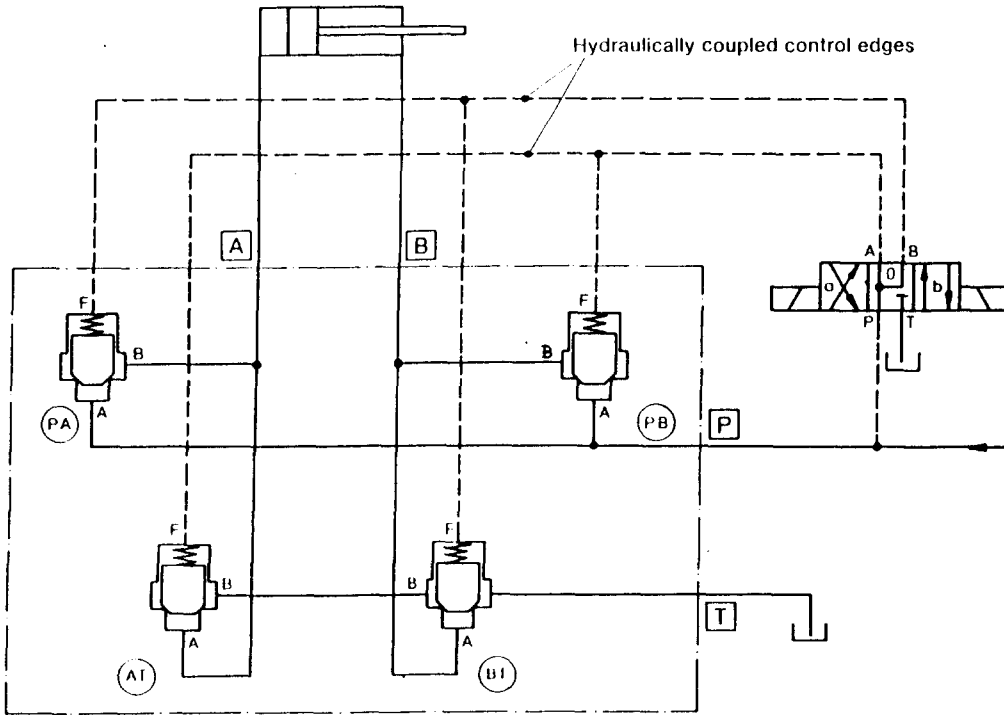


그림 14. 카트리지 밸브를 이용한 4-way 방향 변환 밸브 기능을 위한 회로 구성.

No	Symbol	solen. eneg'd			
		S1	S2	S3	S4
1					
2		•	•	•	•
3		•		•	
4			•		•
5		•			•
6			•	•	
7		•			
8				•	
9			•		
10					•
11				•	•
12		•	•		

의도적으로 전환 시간을 지연함으로써 카트리지 밸브의 전환 변이를 여러가지로 제어할 수 있다. 이 독립적인 제어 방법은 서로간의 간섭 등으로부터 카트리지 밸브를 보호할 수 있으며, 실제적으로 이 방법은 많이 적용되고 있다.

심볼 11, 12와 같은 유로를 형성시키는데 있어 유의할 점은, P로부터 T로 무부하 회로가 형성된다는 점이다. 이것은 곧 A 혹은 B포트가 차단되지 않음으로써 컨트롤 압력을 형성시킬 수가 없음을 뜻한다. 만일 필요하다면, 컨트롤 압력원은 외부로부터 가지고 와야 한다. 또한 심볼6의 경우는 실린더가 외력에 의해서 움직여질 때 발생하는 회로내의 캐비테이션 문제를 방지하기 위하여 리턴 라인에 배압이 가해져야 한다.

### 3. 1. 4 변환 시간에 관한 영향

카트리지 밸브가 열리고 닫힐 때, 변환으로 인한 쇼크를 방지하기 위하여, 또는 서로 연결된 여러개의 밸브에 변환 순서를 부여하기 위하여

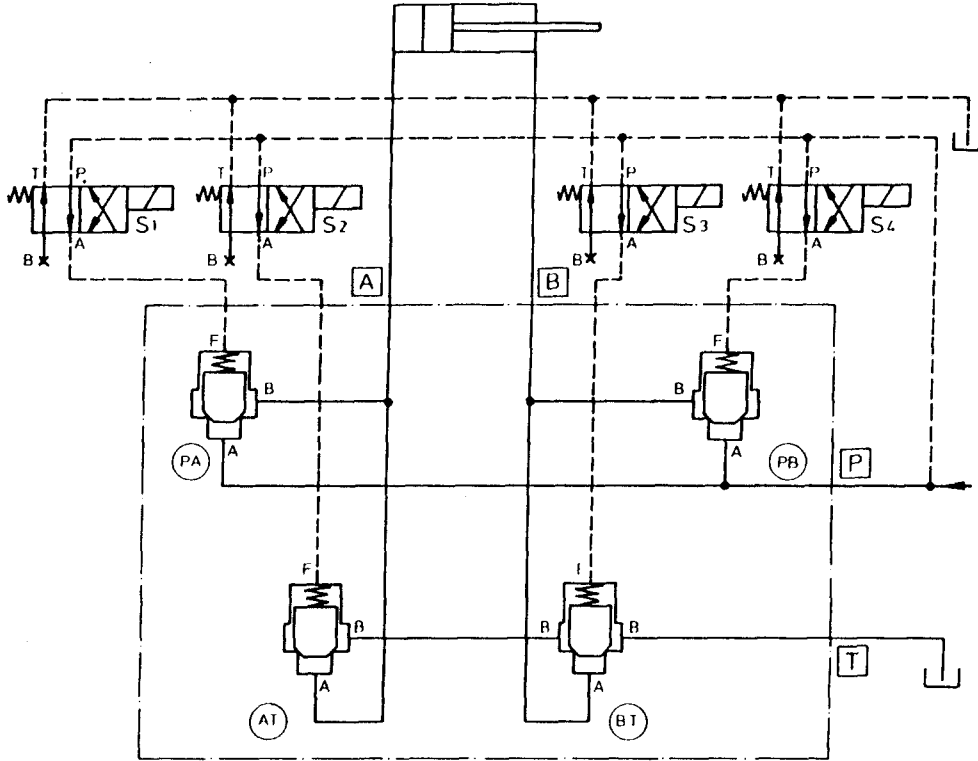


그림 15. 다수의 카트리지 밸브의 독립적 제어.

밸브 포핏의 열고 닫힘에 속도 지연을 부가할 필요가 있다. 이것은 스톱을 컨트롤에 의해 간단히 해결될 수 있다.

그림 16의 a)는 스톱용 오리피스를 설치할 수 있는 3가지 방법을 보여주고 있다. 이들은 포핏 밸브의 작동을 지연시킨다.

1. 닫힐 때
2. 열고 닫을 때
3. 열릴 때

위의 3번과 같은 경우에는, 파일럿 밸브의 T 포트에서 허용압 이상의 과부하가 걸릴 수 있음이 고려되어야 한다.

그림 16의 b)는 파일럿 밸브의 T 포트에 스톱으로 인한 부하압이 걸리지 않도록 하기 위한 설치 예를 보여주고 있다. 오리피스는 커버 판과 파일럿 밸브 혹은 매니폴드 블록 사이의 플랜지면에 설치될 수 있다. 스톱을 위한 가장 간단한 설치 방법은 커버 판에 나사 타입의 스톱을 사용

하는 방법이다.

또한 포핏 스커트부에 미터링 노치를 설치하면 변환 시간의 지연 효과는 더욱 향상된다.

### 3.1.5 카트리지 밸브를 이용한 방향 변환 밸브에서 고려할 점

일반적으로, 0.6 : 1 카트리지 밸브에서는 흐름이 양 방향 모두 가능하다. 회로 및 컨트롤 매니폴드를 디자인할 때 다음의 몇 가지 점을 고려해야 한다.

- 카트리지 밸브의 변환 작동은 오일의 흐름 상태에 따라서 영향을 받을 뿐만 아니라, 흐름의 방향에 따라서도 영향을 받는다.

예를 들면, 포트 A가 입구가 될 때에는 B에서 보다는 작동이 좀 더 부드럽다.

- 스프링 챔버가 개방되었을 때, 개방 압력은 포트 A의 압력과 관련된다. 만일 포트 B로부터 흐름이 유입될 때는 포트 B에서의 고리형 면적이 A에서 보다 작기 때문에 더 높은 개방압력이

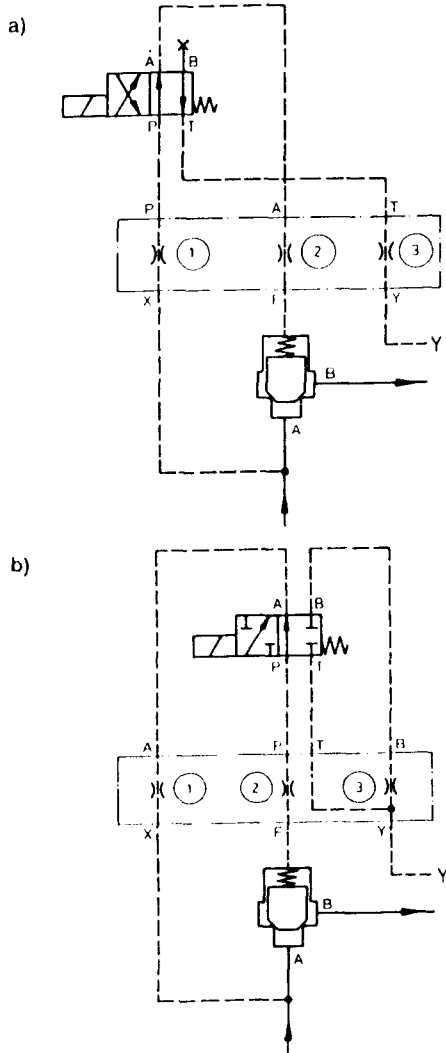


그림 16. 오리피스 설치 방법.

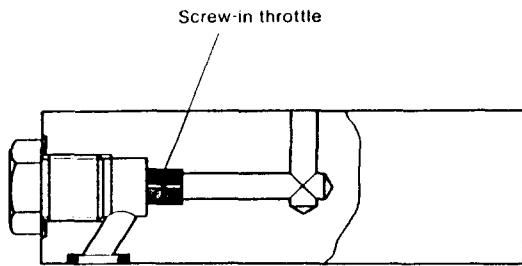


그림 17. 나사 체결식 오리피스.

- 필요하게 된다.
- 스프링 챔버와 B포트 사이에서 누유가 발생할 수 있음에 유의하여야 한다.
- 만일, 컨트롤 압력이 입구 A에서부터 취해진다면, 그 때 누유는 A에서부터 B로 발생되며, 그 누유로 인해 부하를 제어 할 수 없게 될 수도 있을 것이다. 또한 양쪽 방향 모두에서 파일럿 밸브에 의한 누유도 고려되어야만 한다.
- 파일럿 압력이 파일럿 유로를 통해 스프링 챔버에 도달하는데 따른 시간 지연으로 압력 피크가 발생되며, 이 압력 피크는 원하지도 않는 밸브의 *open*을 유발시킬 수도 있다. B포트의 고리형 면적부에 압력이 가해졌을 때는 그 면적이 작기 때문에 그렇지 심각하지는 않을 것이다.
- 만일 카트리지 밸브의 방향 변환 기능에 다른 밸브의 기능(압력 릴리프 기능 등)을 부가시키면, 흐름의 방향은 부가되는 밸브에 의해 결정 될 것이다.
- 흐름의 방향에 따라, 컨트롤 매니폴드 블록에서의 유로는 적합하지 못한 경우가 발생할 수 있으며, 이것은 관로 저항 및 제작상의 배치에 따른 블록 크기에 악영향을 미친다.
- 그림 18은 2개의 카트리지 밸브를 사용한 3-

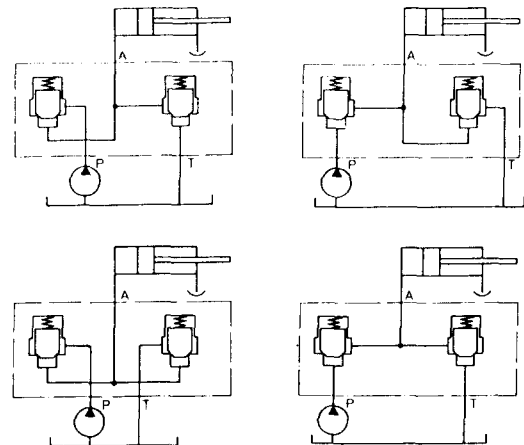


그림 18. 3-way 방향 변환 밸브를 이용한 카트리지 밸브의 배치.

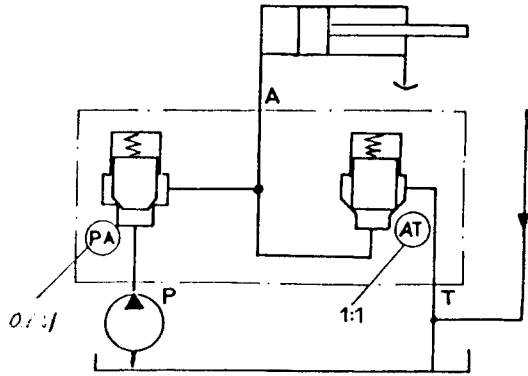


그림 19. 압력 피크 영향을 고려한 밸브의 사용.

way 방향 변환 밸브의 4가지 다른 배치를 보이고 있다. 4개의 카트리지 밸브로 4-way 밸브를 만들 때 총 16가지의 다른 경우가 있다.

만일 입구 또는 리턴 라인에서의 압력 피크의 영향을 피하려 한다면, 1:1 면적비의 카트리지 밸브를 AT 혹은 BT에 사용하면 된다.

### 3.2 압력 제어 카트리지 밸브

#### 3.2.1 직동형 압력 릴리프 밸브

만일 밸브 하우징이 적절히 설계된다면, 기존

의 압력 릴리프 밸브가 매니폴드 구멍에 설치될 수 있을 것이다. 이 경우는 넓은 의미에서 카트리지 밸브 시스템으로 간주할 수 있을 것이다 (나사 체결식 카트리지 밸브).

#### 3.2.2 파일럿 작동 압력 릴리프 밸브

이 밸브는 1:1 카트리지 밸브와 파일럿용 압력 릴리프 밸브로 구성된다. 이 카트리지 밸브에는 밸브 포핏에 노즐이 있으며, 이 노즐은 스프링에 맞도록 설계되어야 한다.

파일럿 밸브를 통한 컨트롤 오일은 포트 Y를 통해 내부(포트 B로 통하는) 혹은 외부로 드레인시킬 수 있다. 리모트 컨트롤 포트 X를 통해 다른 파일럿 밸브를 사용할 수 있고, 리모트 파일럿 밸브로 편리한 곳에서 세팅 압력을 조절할 수 있다. 또한 보통의 압력 릴리프 밸브 대신 비례 압력 릴리프를 사용하여 임의의 압력으로 세팅할 수도 있다.

#### 3.2.3 파일럿 작동 감압밸브

1:1 스톱타입의 카트리지 밸브가 이 밸브의 주 밸브로서 사용된다. 이 밸브는 "normal" 위치에서 열려 있으며, 스톱 밸브에는 노즐이 필

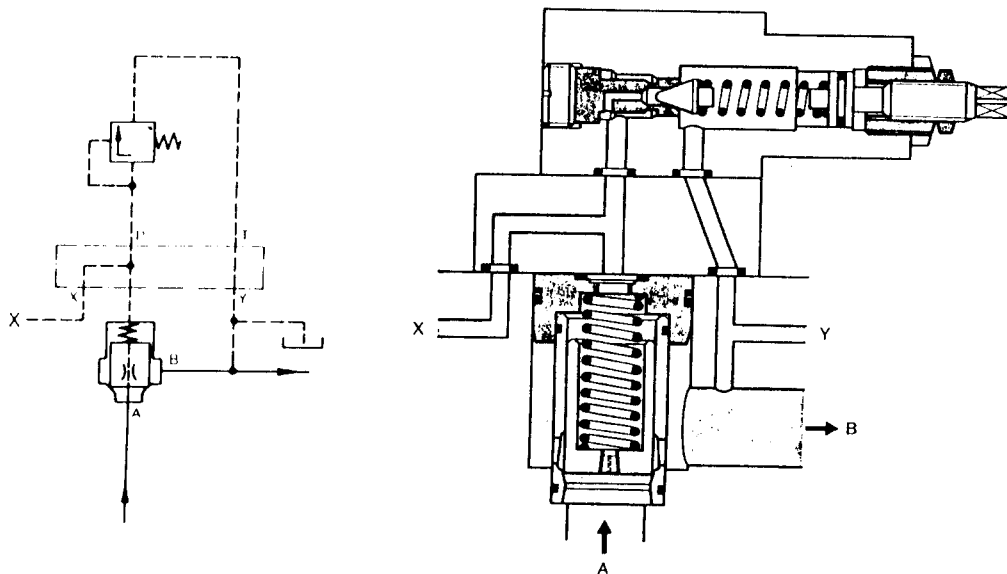


그림 20. 파일럿 작동 압력 릴리프 밸브의 구성.

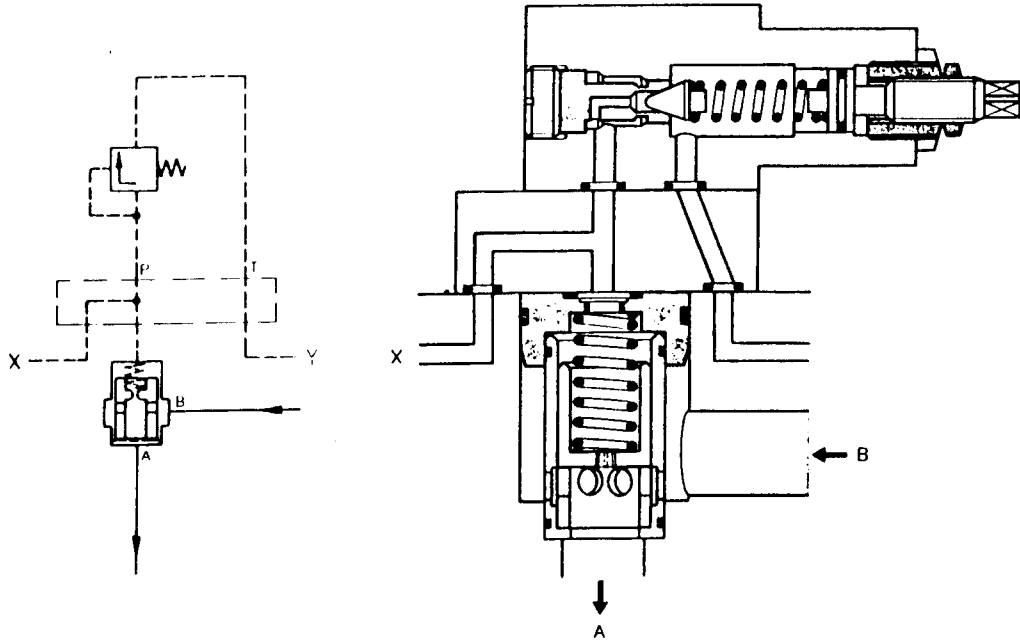


그림 21. 파일럿 작동 감압 밸브.

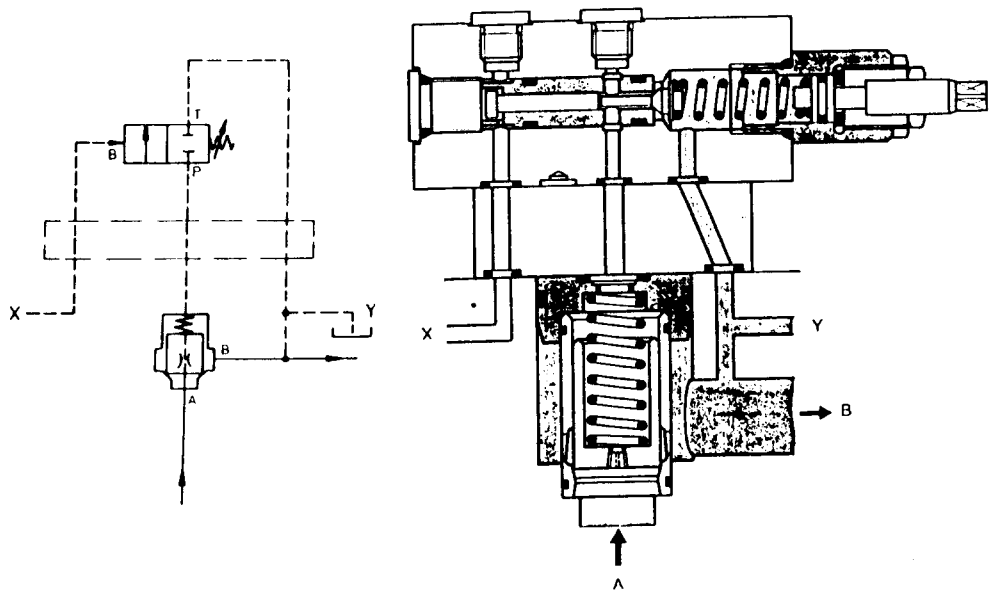


그림 22. 시퀀스 밸브의 구성.

요하다. 노즐경은 스프링에 적합하게 설계되어야 하며, 컨트롤 오일은 포트 Y를 통해 외부로 드레인 된다.

### 3.2.4 시퀀스 밸브

외부 파일럿 압력으로 제어되는 시퀀스 밸브에서, 파일럿 밸브는 그림에서와 같은 특수한 밸브

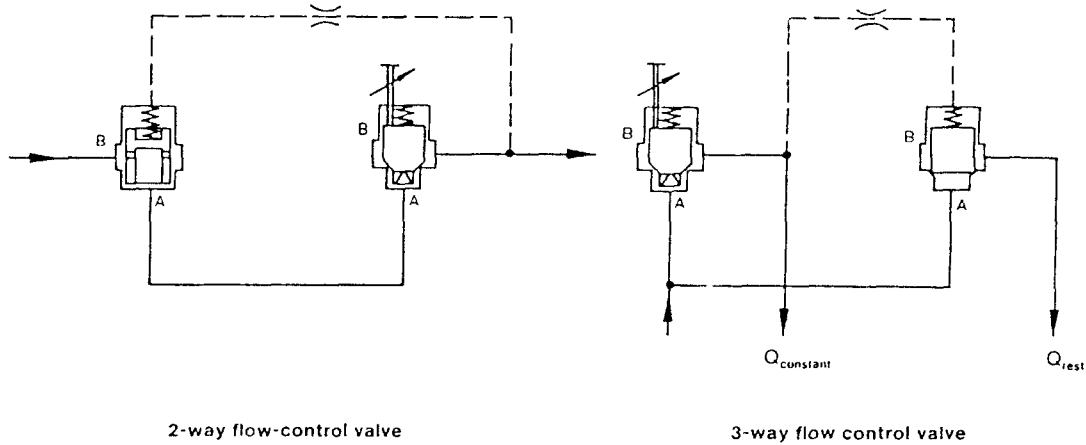


그림 23. 압력 보상용 유량 조성 밸브의 구성.

가 사용된다. 주 밸브로는 1:1 파핏형 밸브가 사용되며, 드레인의 방법은 내부 드레인 혹은 외부 드레인 방식을 채택할 수 있다.

### 3.3 유량 조정 카트리지 밸브

#### 3.3.1 스로틀 및 스로틀 체크 밸브

만일 밸브 하우징이 적절히 설계된다면, 종래의 스로틀 및 스로틀 체크 밸브가 매니폴드 블록의 구멍내에 장착될 수 있을 것이다. 이러한 밸브들도 넓은 의미에서 카트리지 밸브라 할 수 있을 것이다. 또한, 미터링 노치형 표준 카트리지 밸브를 사용하여 스로틀 밸브를 구성할 수 있을 것이다. 여기에서의 최대 개방 단면적은 커버 판 상부에 설치된 (stroke limiter)로서 조정될 수 있다.

#### 3.3.2 유량 조정 밸브(압력 보상형)

압력 보상형 유량 조정 밸브는 미터링 스로틀과 압력 보상 장치가 결합된 밸브이다. 2-way 압력 보상 유량 조정 밸브에서 이들 밸브를 직렬로 연결되며, 3-way 밸브에서는 병렬로 연결된다.

스트로크 리미터 카트리지 밸브는 미터링 스로틀 밸브로 사용되며 압력 보상 장치로는 면적비가 1:1인 카트리지 밸브가 사용된다. 압력 보상 장치에서의 스프링은 미터링 스로틀 밸브에서 발

생하는 압력 강하를 결정하고, 이에 적절한 압력은 약 6~10 bar이다.

### 3.4 체크 밸브

#### 3.4.1 간단한 체크 밸브

간단한 체크 밸브로는 0.6:1 카트리지 밸브를 주 밸브로 사용한다. B로부터 F로의 파일럿압 전달은 ① 밸브 포핏의 작은 구멍을 통하거나 혹은 ② 매니폴드 블록에서 커버 판으로 통하는 유로에 의하여 이루어진다.

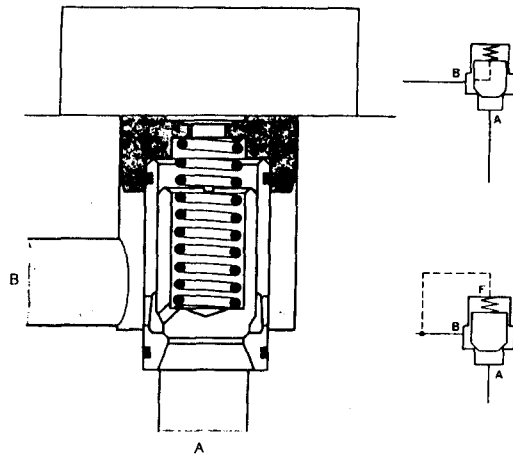


그림 24. 체크 밸브.



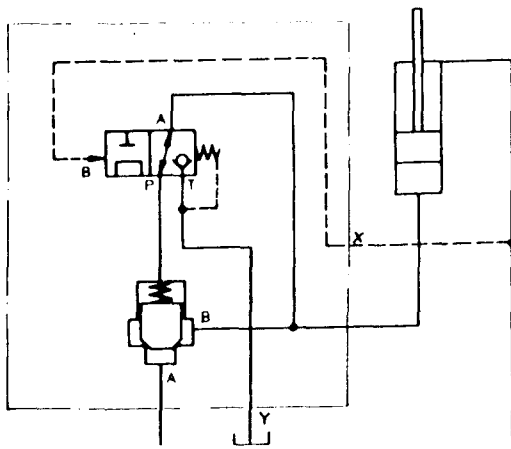


그림 25. 파일럿 작동 체크 밸브.

3.4.2 파일럿 작동 체크 밸브

카트리지 시스템에서의 방향 조정밸브는 파일럿 밸브 및 포핏의 안내면에서 누유가 발생하기 때문에 완전한 누유의 차단이 어렵다. 만일 파일럿 작동 체크 밸브로서 카트리지 밸브를 사용하려면, 컨트롤 피스톤이 완전히 시일될 수 있도록 포핏형의 파일럿 밸브를 사용하여야 한다.

4. 카트리지 밸브를 사용한 유압회로 구성 예

카트리지 밸브 시스템의 탁월한 장점은 한개의 주 밸브가 여러개의 파일럿 밸브에 의해 동시에 제어될 수 있다는 점이다. 따라서, 컨트롤은 파워 부분에서 파일럿 부분으로 옮겨졌으며, 그 결과 밸브의 크기 및 무게는 더욱 작아졌다.

4.1 압력 조정 밸브와 방향 조정 밸브의 결합

그림 26의 예는 한개의 카트리지 밸브가 2개의 파일럿 밸브, 즉 한개의 방향 변환 밸브와 한개

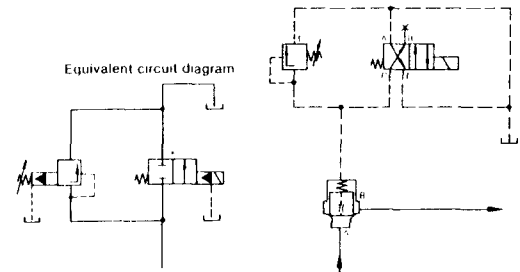


그림 26. 압력 제어 밸브와 언로딩 밸브와의 결합.

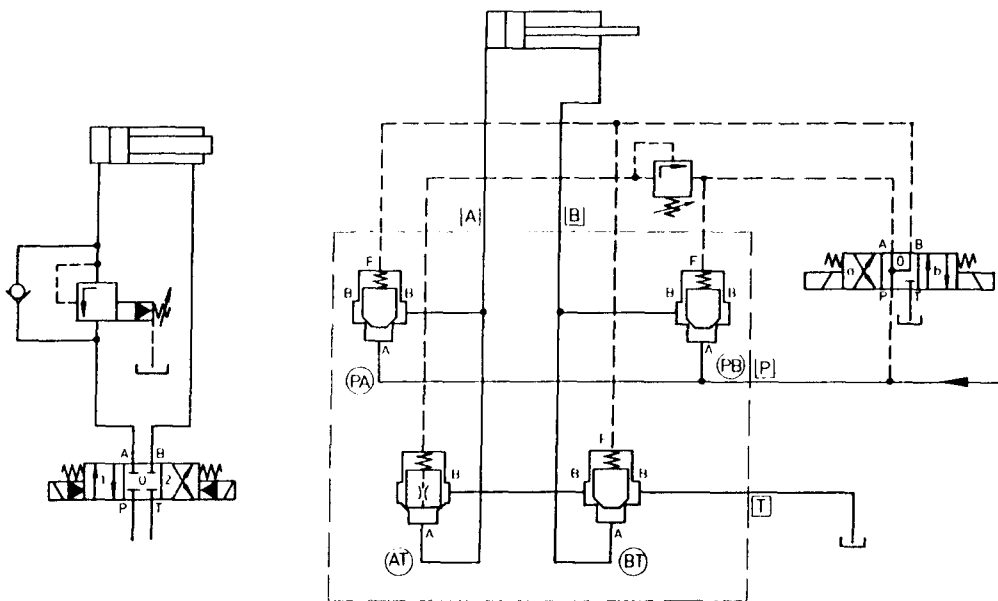


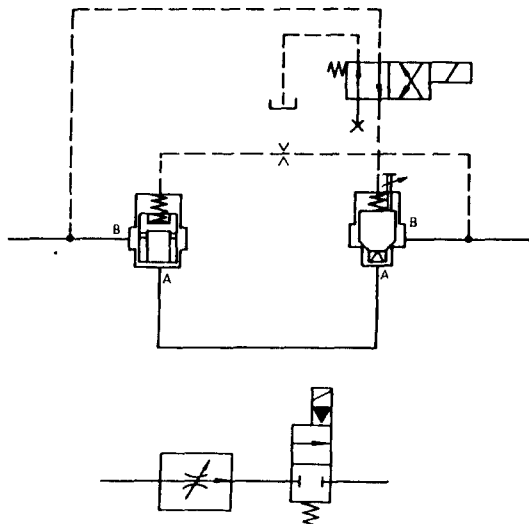
그림 27. 4/3 방향 변환 밸브와 카운터 밸런스 밸브와의 결합.

의 릴리프 밸브로 제어됨을 나타낸다.

그림 27은 4/3 방향 변환 밸브와 카운터 밸런스 밸브를 나타낸다.

#### 4.2 유량 조정 밸브를 사용한 회로 구성 예

그림 28은 스트로크 리미터 카트리지 밸브가 한편으로는 유량 조정 밸브의 미터링 스톱으로, 다른 한편으로는 방향 변환 밸브의 주 스테



이지로서 작동됨을 나타낸다.

그림 29는 유량 조정 밸브의 압력 보상장치가 여기에서는 감압 밸브의 주 스테이지로 사용되고 있음을 나타낸다.

그림 30은 실린더 라인에서의 스톱 & 체크 밸브는 스트로크 리미터와 미터링 노치를 사용한 카트리지 밸브를 적용함으로써 간단히 실행되고

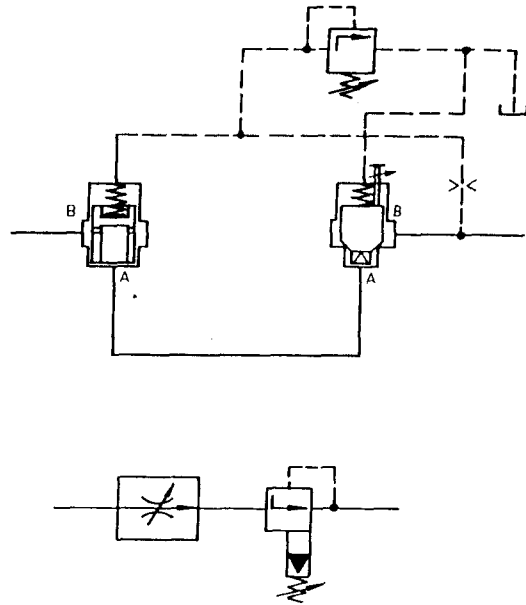


그림 28. 유량 조정 밸브와 방향 변환 밸브와의 결합. 그림 29. 유량 제어 밸브와 감압 밸브와의 결합.

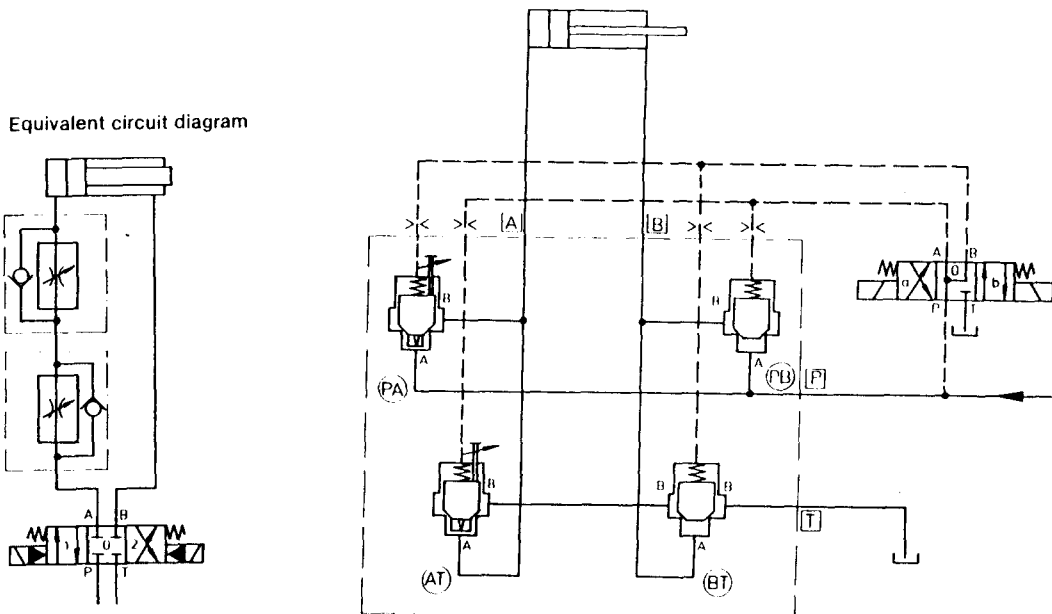


그림 30. 미터 인/아웃 유량 조정 밸브와 4/3방향 변환 밸브와의 결합.

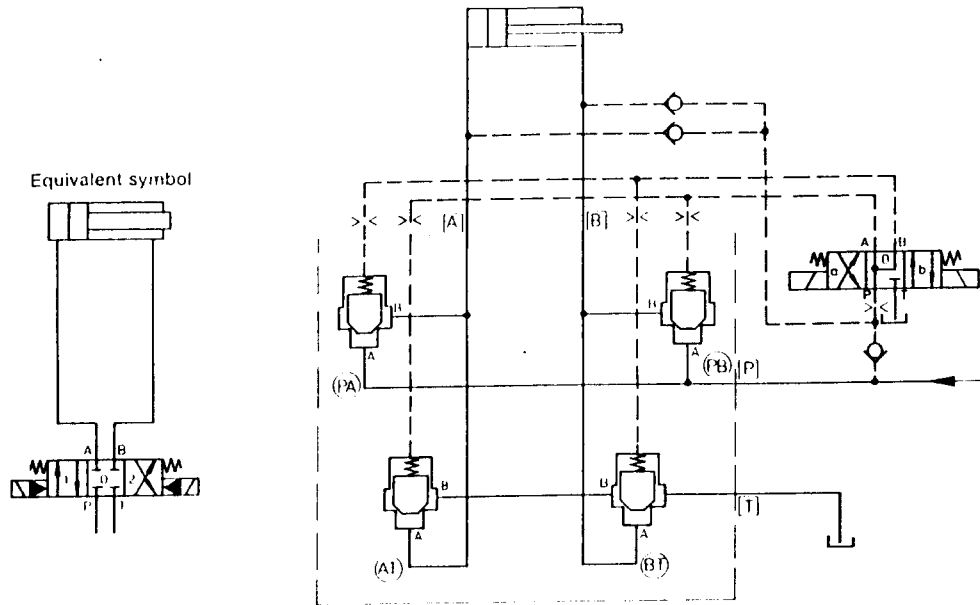


그림 31. 실린더 로킹 회로의 구성.

있음을 보여주고 있다.

### 4.3 실린더 로킹 장치

펌프가 정지되었을 때, 카트리지 밸브가 실린더의 로킹을 유지하기 위해서는 실린더 라인의 압력이 체크 밸브를 통하여 컨트롤 라인에 전달된다.

확실한 안전 기능을 위해, 밸브 포핏은 시트와 *overlap* 되어 있다.

## 5. 특수 카트리지 밸브

### 5.1 위치 감지 스위치 밸브

안전기능과 시퀀스 제어를 실행하려면, 카트리지 밸브의 변환 위치를 감지하는 것이 필요하다.

이 스위치에는 비접촉 근접 감지 릴레이가 사용된다. 이 릴레이의 원리는 두점점이 어느 특정한 거리내로 접근함으로써 영구자석 링으로부터의 자력장이 기준치에 달하면 회로가 *close* 되는 *reed-contact* 원리에 기초하고 있다.

마그네틱 링은 밸브 포핏 상부에 위치해 있으며, *reed-relay*는 압력관내에 장치되어 있다.

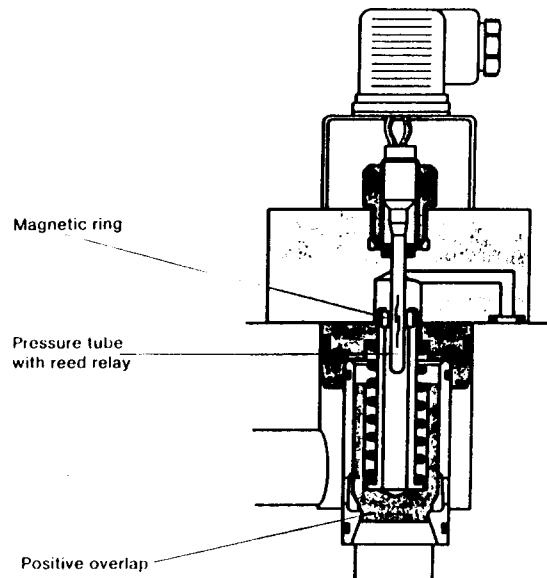


그림 32. 위치 감지 스위치 밸브.

유압 카트리지 밸브 응용 기술(1)

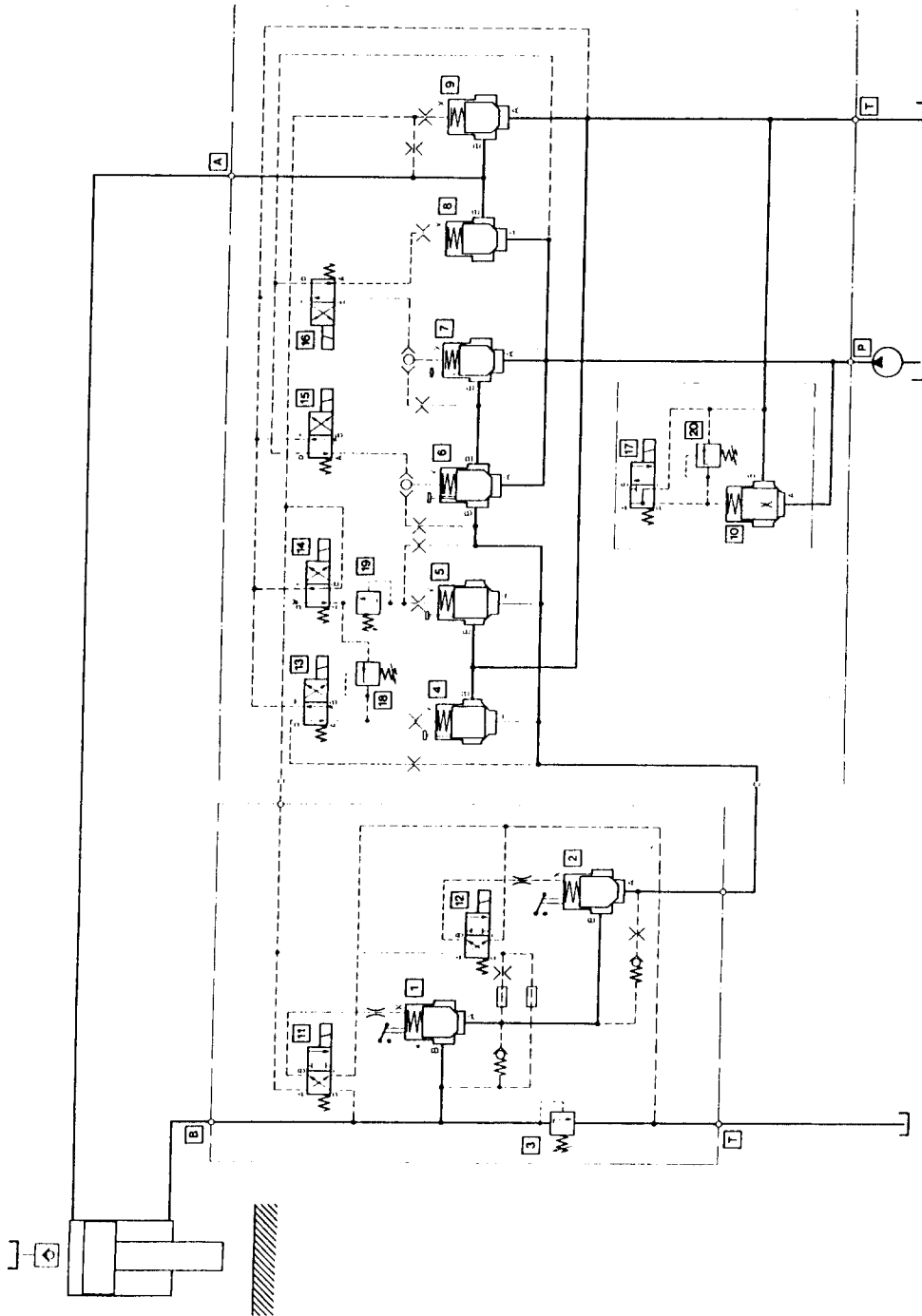


그림 33. 카트리지 밸브를 이용한 프레스 유압 회로.

6. 카트리지 밸브의 실장비 적용 예      아래표와 같다.

그림 33의 유압회로도, 안전장치를 가지고 있는 프레스의 유압 제어 회로이다.

프레스 슬라이드 하부에서의 안전장치는 안전 밸브의 변환 위치를 전기적으로 모니터링으로서 가능하다. 압력 밸브(3)은 과부하에 대한 안전장치이며, 프레스 슬라이드의 상부면에도 급격한 압력상승을 방지하기 위한 안전장치가 있다. 즉, 펌프 압력은 주 릴리프 밸브(10)을 통해 개방되고, 이 때 밸브(8)은 닫히도록 되어 있다. 또한, 밸브(9)는 3개의 파일럿 밸브(11), (12)와 (14)에 의해 제어되며 이 파일럿 밸브의 포트 A에서의 압력은 오일 탱크로 *by-pass*된다.

각각의 작동순서에 따른 밸브의 기능과 유로는

표 1. 그림 33에서의 밸브의 작동과 유로의 변화

기능	밸브를 통한 유로의 방향	파일럿 밸브의 SOL, ON	스트로크 리미터에 의한 속도 결정	해설
고속하강	B, 1, 2, 4, T	11, 12, 13, 14	4	· 자중에 의한 하강 · 프리필 밸브 開 · (5)와 (19)에 의한 카운터밸런스 압력제한
저속하강	P, 8, A, B, 1, 2, 5, T	11, 12, 14, 16, 17	5	· 브레이크되는 동안의 힘의 제한은 (4)와 (18)에 의해 $P18 > P19$
가압	F, 8, A, B 1, 2, 5, T	11, 12, 14 16, 17		· (10)과 (20)에 의해 최대압 제한, (5)와 (19)를 통해 카운터밸런스압 여전히 영향을 줌
저속상승	P, 7, 6, 2, 1 B, A, 9, T	11, 12, 17	7	
고속상승	P, 6, 2, 1 B, A, 9, T	11, 12, 15 17		

7. 매니폴드 블록

어떤 특수한 제어를 실행시키기 위해서는 그기에 맞는 매니폴드 블록이 디자인되어야 한다. 원가 효율은 생산품의 수에 의해 결정되며, 앞으로는 설계와 생산을 위해서 CAD/CAM사용이 보편화될 것이다. 허용 압력 및 블록의 크기에 따라 다양한 주물제를 사용할 수 있고, 복잡한 제어 회로의 구성은 각각의 블록들로 나누어 구성할 수 있다. 자주 사용되는 부분적인 기능을 가진 매니폴드 블록은 크기에 따라 몇 가지로 표준화할 수 있을 것이다.